

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



5/P. Pagen  
Leurs  
5/26/00  
PATENT  
717-429P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

RECEIVED

Applicant: H. KAWANISHI et al.

FEB 17 2000

Appl. No.: 09/466,174

Group: UNKNOWN

TECHNOLOGY CENTER 2800

Filed: December 17, 1999

Examiner: UNKNOWN

For: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE WITH SPOT-  
SIZE CONVERTER AND METHOD FOR  
FABRICATING THE SAME

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

February 17, 2000

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

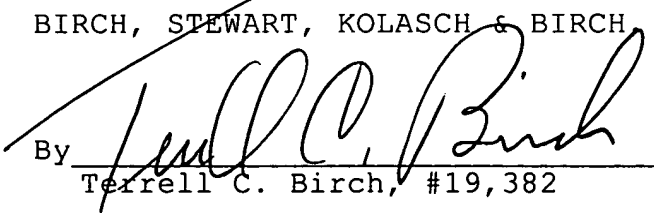
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	10-360100	December 18, 1998

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By   
Terrell C. Birch, #19,382

TCB/pjh  
717-429P

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

Attachment

Brown Stewart et al  
702-205-0000  
0717-0429P  
Inventor: KAWANISHI et al  
filed 12/17/99  
appl. No. 09/466,174

# 日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

lag.

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年12月18日

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第360100号

RECEIVED

FFR 29 2000

出 願 人  
Applicant (s):

シャープ株式会社

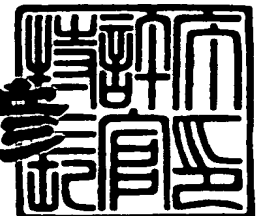
TECHNOLOGY CENTER 2800



1999年11月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特平11-3081830

【書類名】 特許願

【整理番号】 98-03235

【提出日】 平成10年12月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明の名称】 スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置、及びその製造方法

【請求項の数】 15

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 河西 秀典

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 下中 淳

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

    【電話番号】 06-621-1221

【代理人】

    【識別番号】 100103296

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小池 隆彌

    【電話番号】 06-621-1221

    【連絡先】 電話 0 4 3 - 2 9 9 - 8 4 6 6 知的財産権センター  
東京知的財産権部

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012313

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703283

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置、及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザー領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置において、

前記半導体レーザー領域と前記光導波路領域との接合領域に、半導体層を埋め込んでなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 2】 前記半導体層は、その屈折率がほぼ一定である層であることを特徴とする請求項 1 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 3】 前記半導体層は、その屈折率が層方向に連続して、又は段階的に変化する層であることを特徴とする請求項 1 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 4】 前記半導体層の屈折率の最も高い領域は、前記半導体レーザー領域からの出射光分布の略中心部に一致させると共に、前記光導波領域の固有モードの略中心部に一致させてなることを特徴とする請求項 3 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 5】 請求項 3 又は 4 に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザー領域との境界及び／又は前記光導波路領域との境界に、屈折率がほぼ一定である他の半導体層を形成してなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 6】 請求項 3 又は 4 に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザー領域との境界及び／又は前記光導波路領域との境界に、誘電体層を形成してなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置。

【請求項 7】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザー領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザー装置において、

前記半導体レーザー領域と前記光導波路領域との接合領域に、誘電体層を埋め込

んでなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置。

【請求項 8】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザ領域と、半導体層とを、横方向に積層したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置であって、

前記半導体層は、その屈折率が層方向に連続して、又は段階的に変化する層であることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置。

【請求項 9】 前記半導体層の屈折率の最も高い領域は、前記半導体レーザ領域からの出射光分布の略中心部に一致させてなることを特徴とする請求項 8 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置。

【請求項 10】 請求項 8 又は 9 に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界に、屈折率がほぼ一定である他の半導体層を形成してなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置。

【請求項 11】 請求項 8 又は 9 に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界に、誘電体層を形成してなることを特徴とするスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置。

【請求項 12】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、

該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域に光導波路を構成する半導体積層構造を形成する工程と、

該半導体レーザの光出射端面と該光導波路の光入射面との境界を含む領域を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

前記半導体レーザと前記光導波路との間のエッチング除去領域に、半導体層を形成する工程と、を有してなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 13】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、半導体層とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、  
該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域に、半導体層を形成する工程と、を有してなることを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 14】 前記エッチング除去領域の側面にのみ誘電体層を形成した後、前記半導体層を形成してなることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 15】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、  
該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域の側面にのみ誘電体層を形成する工程と、

エッチング除去された残りの領域に光導波路を構成する半導体積層構造を形成する工程と、を有してなることを特徴とする請求項 7 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバや光導波路に高効率で光を結合することができるスポットサイズ変換器付き半導体レーザ、及びその製造方法に関する。



## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、急速な発展を遂げているマルチメディア技術は、近い将来、オフィスだけではなく各家庭においても100Mbps以上という高速、大容量の光通信を可能にすると考えられる。その中で、ファイバー・ツー・ザ・ホーム（FTTH）技術は幹線系の光ファイバを各家庭まで引き込む技術として期待されている。ところが通常の半導体レーザの出力光を光ファイバに導入しようとする、半導体レーザの出射光のスポットサイズ（ $\sim 1\mu\text{m}$ ）とシングルモードの光ファイバのスポットサイズ（ $\sim 10\mu\text{m}$ ）が大きく異なるため、両者を直接接続した場合、モード不整合から大きな挿入損失が発生する。

## 【0003】

また、半導体レーザのスポットサイズが小さいため、微小な位置ずれが挿入損失の増大を引き起こすという問題も発生する。例えば、半導体レーザと光ファイバの接合時に $1\mu\text{m}$ 程度の位置ずれが起きると場合によっては10dBもの過剰損失が発生する。解決策としては、半導体レーザよりも大きなスポットサイズを有する光導波路を、半導体レーザと同一基板上に集積化したスポットサイズ変換器付き半導体レーザが考えられる。

## 【0004】

それを実現する一つの方法として図7（a）に示す突き合わせ接合がある。この図は理想的な構造を図示したもので、半導体基板100上に形成した屈折率結合型の分布帰還型半導体レーザ（DFBレーザ）200の一部を垂直にエッチング除去し、その領域に光導波層301が2つの光閉じ込め層302、303で挟まれた光導波路構造300が形成されている。半導体レーザ200から出力された光は直接光導波路300に結合され、光導波層301を導波する。

## 【0005】

このようなスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、出力光のスポットサイズが半導体レーザより大きく、光ファイバとの結合の際に、微小位置ずれの影響が緩和されるという特長を有する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記従来例は下記の欠点を有している。

【0007】

(1) 垂直にエッチングされた領域に光導波路構造を形成する際に、実際には図7(a)のような理想的な形状は実現されず、例えば図7(b)に示すようになる。このとき、光導波層301は半導体レーザと光導波路の結合場所の近傍で水平から傾斜して形成されている。この領域では光はこの構造の屈折率分布を反映し、光導波層に結合されない光の割合が増加し、理想的な形状から予想される結合率より大きく低下する。

【0008】

(2) 半導体レーザ200の垂直方向のビーム径と光導波路300の垂直方向の固有モードのビーム径とが一致していない場合、その違いが大きいほど光が半導体レーザから光導波路に結合される光の割合は低下する。

【0009】

以下に上記(1)、(2)で挙げた問題点を今少し具体的に説明する。

【0010】

図7(b)は、具体的にはInGaAsP系 $1.3\mu\text{m}$ 帯分布帰還(DFB)型半導体レーザを垂直にエッチングした後、有機金属熱分解法(MOCVD法)によってInGaAsP系の材料を成長した場合の一例である。この成長においては成長速度の面方向依存性が大きいため、成長速度の小さい面が露出するように成長が進行し、同図に示すような形状の成長となっている。この場合、水平から傾いた方向に層構造が出現するため、光の一部はその形状の影響を受けて界面で反射され、或いは界面で屈折し、結果として光導波層301に結合せずに導波路外へ放射される。即ち、放射損失を生じる。本発明者等の実験結果によれば、約1dBの光がこの影響で放射されることが確認された。上記とは異なる他の条件で成長した場合、形状はさまざまに変化したが、同図(a)に示したような理想的な形状を実現することは不可能であり、いずれの場合も0.5dBから1dB程度の放射損失が確認された。

【0011】

また、この例では、半導体レーザ200の垂直方向のビーム径約1  $\mu$ mに対し、光導波路300の光導波層301の層厚は約2  $\mu$ mで作製した。この違いによって、光が結合するとき大きなモード不整合が生じ、それに起因する放射損失1.7 dBが確認された。このように、両者を合計すると約2.7 dBの損失が生じることになり、半導体レーザ200には実際に必要とされる光以上に高い出力が要求され、半導体レーザ200の消費電力が高くなる。加えて、その信頼性も低下するという大きな問題が発生する。半導体レーザと、通常モード径が10  $\mu$ m程度である光ファイバとの結合を考えた時、光導波路部分の層厚はさらに厚い方が望ましく、その場合、上記放射損失は更に大きくなる。

【0012】

本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、半導体レーザと光導波路の接続部における上記光損失を最小限に抑え、低損失かつ高信頼性を有するモード変換器付き半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明（請求項1）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置において、前記半導体レーザ領域と前記光導波路領域との接合領域に、半導体層を埋め込んでなることによって上記の目的を達成する。

【0014】

この半導体層は、接合領域に埋め込むことができ、半導体レーザや光導波路の動作に影響を及ぼさない材料であることが好ましく、特に、半導体レーザからの出射光に対し、できる限り透明であって、光吸収が少ないものが、ロスが少なく、より好ましい。

【0015】

この発明（請求項2）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、

前記半導体層が、その屈折率がほぼ一定である層であることによって上記の目的を達成する。

【0016】

このとき、前記半導体層はその横方向の長さが  $20\ \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。

【0017】

この発明（請求項3）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、前記半導体層が、その屈折率が層方向に連続して、又は段階的に変化する層であることによって上記の目的を達成する。

【0018】

このとき、前記半導体層の屈折率は、層方向の周辺部から中心部に向けて高くなる2次関数状に変化する領域を含むことが好ましい。前記半導体層の屈折率の変化は該半導体層の組成比を変化させることにより形成することが好ましい。

【0019】

この発明（請求項4）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、前記半導体層の屈折率の最も高い領域が、前記半導体レーザ領域からの出射光分布の略中心部に一致させると共に、前記光導波領域の固有モードの略中心部に一致させてなることによって上記の目的を達成する。

【0020】

この発明（請求項5）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、請求項3又は4に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界及び／又は前記光導波路領域との境界に、屈折率がほぼ一定である他の半導体層を形成してなることによって上記の目的を達成する。

【0021】

この発明（請求項6）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、請求項3又は4に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界及び／又は前記光導波路領域との境界に、誘電体層を形成してなることによって上記の目的を達成する。

【0022】

この発明（請求項7）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置において、前記半導体レーザ領域と前記光導波路領域との接合領域に、誘電体層を埋め込んでなることによって上記の目的を達成する。

【0023】

この発明（請求項8）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザ領域と、半導体層とを、横方向に積層したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置であって、前記半導体層が、その屈折率が層方向に連続して、又は段階的に変化する層であることによって上記の目的を達成する。

【0024】

このとき、前記半導体層の屈折率は、層方向の周辺部から中心部に向けて高くなる2次関数状に変化する領域を含むことが好ましい。また、前記半導体層の屈折率の変化は該半導体層の組成比を変化させることにより形成することが好ましい。

【0025】

この発明（請求項9）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、前記半導体層の屈折率の最も高い領域は、前記半導体レーザ領域からの出射光分布の略中心部に一致させてなることによって上記の目的を達成する。

【0026】

この発明（請求項10）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、請求項8又は9に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界に、屈折率がほぼ一定である他の半導体層を形成してなることによって上記の目的を達成する。

【0027】

この発明（請求項11）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は

請求項 8 又は 9 に記載の前記半導体層と、前記半導体レーザ領域との境界に、誘電体層を形成してなることによって上記の目的を達成する。

【0028】

この発明（請求項 12）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法は、

半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積した請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、  
該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域に光導波路を構成する半導体積層構造を形成する工程と、

該半導体レーザの光出射端面と該光導波路の光入射面との境界を含む領域を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

前記半導体レーザと前記光導波路との間のエッチング除去領域に、半導体層を形成する工程と、を有してなることによって、上記の目的を達成する。

【0029】

この発明（請求項 13）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法は、

半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、半導体層とを、横方向に集積した請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、  
該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域に、半導体層を形成する工程と、を有してなることによって上記の目的を達成する。

【0030】

この発明（請求項 14）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法は、請求項 12 又は 13 に記載の方法において、

前記エッチング除去領域の側面にのみ誘電体層を形成した後、前記半導体層を形成してなることによって上記の目的を達成する。

【0031】

この発明（請求項 15）に係るスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法は、

半導体基板上に、少なくとも、端面出射型の半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積した請求項 7 に記載のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に半導体レーザを構成する半導体積層構造を形成する工程と、  
該半導体積層構造の一部を略垂直な断面を有するようにエッチング除去する工程と、

エッチング除去された領域の側面にのみ誘電体層を形成する工程と、

エッチング除去された残りの領域に光導波路を構成する半導体積層構造を形成する工程と、を有してなることによって上記の目的を達成する。

【0032】

上述の誘電体層は、如何なる方法を用いて形成しても構わないが、前記半導体基板にバイアス電圧を印加しながらスパッタリングを行うバイアススパッタ法で形成するのが好ましい。

【0033】

また、半導体層の屈折率を層方向に連続して又は段階的に変化させる際、MOCVD 装置のマスフローコントローラの流量を制御することにより、前記半導体層の層方向の中心位置を、半導体レーザの出射光分布の中心に一致させることが容易となる。

【0034】

上述の半導体レーザ領域の半導体レーザは、端面から出射されるタイプのものであれば、いずれでも構わないが、分布帰還型半導体レーザを用いると、他の半

導体レーザに比べて本発明の作用効果をよりよく得られる。

【0035】

以下に、本発明の作用について説明する。

【0036】

半導体レーザと光導波路の接合領域に、その屈折率がほぼ一定である半導体層を埋め込む構成によれば、半導体レーザと光導波路の接合部に水平方向から傾いた層構造が存在しないスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置が実現できる。このため半導体レーザ部と埋め込み領域との界面及び埋め込み領域と光導波路部との界面における等価屈折率の差を小さくでき、これらの界面で導波光はほとんど反射されず、また、屈折されないので、放射損失を低減できる。

【0037】

また、半導体レーザと光導波路の接合領域に屈折率が層方向に実質的に連続して変化するか若くは段階的に変化する半導体層を埋め込む構成によれば、この半導体層のレンズ効果によって導波路中の光のモードプロファイルが伝搬中に連続的に変化する、光導波路の固有モードのビーム径に一致したところで光導波路に結合されるので、モード不整合に起因する結合損失をより一層効果的に低減できる。

【0038】

また、半導体レーザと屈折率が層方向に実質的に連続して変化する半導体層を埋め込む構成によれば、この半導体層のレンズ効果によって導波路中の光のモードプロファイルが伝搬中に連続的に変化する、光導波路の固有モードのビーム径に一致したところで光導波路に結合されるので、モード不整合に起因する結合損失をより一層効果的に低減できる効果を少ない成長回数で得ることができる。

【0039】

また、半導体レーザと半導体層の接合領域に誘電体層を介在させる構成によれば、半導体レーザと光導波路の接合部に水平方向から傾いた層構造が存在しないスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を実現できるので、上記同様に結合損失を低減できる。



【0040】

また、半導体レーザと半導体層の接合領域に誘電体層を介在させ、且つ半導体レーザと半導体層の接合領域に屈折率が層方向に実質的に連続して変化するか若くは段階的に変化する光導波路とを形成する構成によれば、水平方向から傾いた層構造が存在しないことと、モード不整合が無いことによる相乗効果により、結合損失を大幅に低減できるスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を実現できる。

【0041】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態を図面に基づき具体的に説明する。

【0042】

(実施形態1)

図1は本発明の実施形態1を示す。本実施形態1は量子井戸構造の半導体レーザを備えたスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置に本発明を適用した例を示す。以下にその構造を製造プロセスとともに説明する。まず、分子線エピタキシー(MBE)装置内にGaAs基板(ウェハー)100を導入し、GaAs基板100上にGaInNAs量子井戸層とGaAsガイド層から構成される活性層と、AlGaAs系材料から構成されるクラッド層で作製した半導体レーザ200を構成する半導体層をMBE法で成長した。ここで、半導体レーザ200の垂直方向のビーム径は約 $1\mu\text{m}$ であった。GaInNAs系混晶は、 $1.3\mu\text{m}$ の発光波長をGaAs基板上に実現できる材料であり、FTTH用光源として有望である。

【0043】

次に、上記半導体層が形成されたウェハーをMBE装置から取り出し、塩素ガスを用いたリアクティブ・イオン・ビーム・エッチング(RIBE)を用いてGaAs基板100に到達する深さまで垂直にエッチングした。その後、MOCVD装置内にウェハーを導入し、MOCVD法を用いて光導波路を構成する半導体層300を成長した。この半導体層は、光導波層301が上下の光閉じ込め層303、302で挟まれた構成になっている。ここで光導波層のAl混晶比は0.

2、その層厚は2  $\mu\text{m}$ である。

【0044】

また、上下の光閉じ込め層303、302のAl混晶比及び層厚は同一の値であり、Al混晶比は0.22、層厚は1  $\mu\text{m}$ とした。このときの断面形状は従来例と同様に水平方向から傾斜した構造になっている。ただし、半導体レーザ200と光導波路300の接合部近傍から遠ざかるに従ってその傾斜の影響は小さくなり、3  $\mu\text{m}$ 以上離れるとほぼ水平となった。ここで光導波路部300は半導体レーザの出力光(1.3  $\mu\text{m}$ )に対して透明であり、低損失な導波路として機能する。また、エッチングの深さ制御性は2%程度が得られており、その後のMOCVD成長の成長層厚の制御性1%と合わせても、半導体レーザの出力光分布の中心と水平になったあとの光導波路の固有モードの中心の高さは0.1  $\mu\text{m}$ の精度で合わせることができた。

【0045】

次に、半導体レーザ200と光導波路300の接合領域を幅2  $\mu\text{m}$ にわたって垂直にエッチングした。このときのエッチング深さは光導波路部300を突き抜けていけばよく、精密な制御は必要としない。ここでのエッチングも、先と同じRIEを適用した。

【0046】

続いて、エッチングした領域に、再びMOCVD法によってAl混晶比0.2のAlGaAs層400を埋め込み成長した。最後に、半導体レーザ部に成長した光導波路層を形成する半導体層(太線部より上、図1では除去する前の状態も合わせて図示している。)を除去した後、リッジ形状に加工して、横方向の光閉じ込めを行い、レーザ部200への電極付け、へき開等のプロセスを施し、これにより実施形態1のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を得た。

【0047】

本実施形態1のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ素子装置においては、半導体レーザ部200で発生したレーザ光は、AlGaAs層400を突き抜け、光導波路部300に到達し、光導波路部300を伝搬したのち、端面部より出射光304が出射される。本実施形態1のスポットサイズ変換器付き半導体レー

ザ装置は水平方向から傾斜した層構造をほとんどもたず、従来例にみられた放射損失に起因する大きな損失は確認されなかった。

## 【0048】

本素子の場合、半導体レーザ部200で発生した光は半導体レーザ部200と埋め込み領域400との界面、及び埋め込み領域400と光導波路部300との界面でほとんど反射されない。このことは、これらの界面において等価屈折率の差が小さいことに起因している。従って、このレーザは半導体レーザ部200と埋め込み領域400、及び光導波路部300全体を共振器とした外部共振器モードで良好に動作した。

## 【0049】

また、本実施形態1のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置においては、最後に埋め込んだ領域は縦方向に光の閉じ込め構造を有しないが、その長さが今回の素子のように2 $\mu$ m程度と短い場合、放射される光の量は無視できる程度である。このため、本実施形態1のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置について、実際に光学特性を評価したところ、結合損失はモード不整合に起因する1.7dBのみであり、上記従来例に比べて結合損失を大幅に低減することが確認された。

## 【0050】

更に埋め込み領域の長さを変化させて放射損失を調べてみたところ、15 $\mu$ m程度までは顕著な損失は測定されず、それ以上で少しずつ損失が確認された。そして、埋め込み領域の長さを20 $\mu$ mとしたときには約1dBの結合損失となった。要求される損失量によってこの長さの許容範囲は変わるが、20 $\mu$ m以下に設定すると1dB以下の損失に抑えられ、望ましい特性が得られることが確認された。

## 【0051】

## (実施形態2)

図2(a)、(b)は本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の実施形態2を示す。本実施形態2は吸収性回折格子を有する利得結合分布帰還型半導体レーザを備えた集積型半導体レーザ装置に本発明を適用した例を示す。以下

にその構造を製造工程と共に説明する。

【0052】

まず、GaAs基板100上にGaInNAs量子井戸層とGaAsガイド層からなる活性層を有し、GaInNAs光吸収層以外の層をAlGaAs系材料で形成したDFBレーザ201を構成する半導体層を有機金属気相成長(MOCVD)法で成長した。

【0053】

ここで、このレーザに関しては例えばY. Nakano、他Japanese Journal of Applied Physics, 32巻2号825～829頁(1993)に詳細に記述されている。垂直方向のビーム径はこの場合も約1 $\mu$ mであった。活性層には3層の量子井戸構造を採用し、発振波長1.3 $\mu$ mに設定した。

【0054】

次に、塩素ガスを基板に直接照射するとともに塩素イオン、もしくはアルゴンイオンを同時照射するケミカル・アシスティッド・イオン・ビーム・エッチング(CAIBE)を用いて基板に到達する深さまで垂直にエッチングした。このエッチングに関してはH. Kawanishi、他Japanese Journal of Applied Physics, 35巻7B号880～882頁(1996)に詳細な記述がある。

【0055】

その後、再びMOCVD法を用いて光導波路を構成する複数の半導体層300を成長した。この半導体層に関しては、実施形態1と同じであるが、今回は酸化珪素膜をマスクとした選択成長を行うことにより、半導体レーザ部201には成長が起らない条件で成長した。

【0056】

なお、図中の符号303、302は上記実施形態1同様に上下の光閉じ込め層を示している。

【0057】

このとき、成長後の基板表面は平坦に埋め込まれていたが、断面形状の観察よ

り、水平方向から傾いた層構造が従来と同様に確認された。光導波層301の層厚は $2\mu\text{m}$ とした。本実施形態2においても、実施形態1同様に、半導体レーザ201の出力光分布の中心と水平になったあとの光導波路300の固有モードの中心の高さは $0.1\mu\text{m}$ の精度で合わせることができた。次に、半導体レーザ201と光導波路の接合領域を含む形で幅 $7.8\mu\text{m}$ にわたって垂直にエッチングした。このエッチング深さは光導波路部を突き抜け、 $7.0\mu\text{m}$ に制御した。

## 【0058】

続いて、エッチングされた領域に連続的に屈折率 $n$ が変化する構造を含む半導体層500を成長した。図2(b)は半導体層500の層方向(層厚方向)における屈折率分布を示す。同図(b)に示すように、屈折率の分布は層方向の周辺部から中心部に向かって屈折率が大きくなる2次関数的に変化しており、この屈折率分布はA1の混晶比の変化を用いて形成した。

## 【0059】

ここで、半導体層500(以後 GRaded INdex (GRIN) 領域と記述する)の厚さは片側(中心部から周辺部) $2.894\mu\text{m}$ 、中心部の屈折率3.4(屈折率の最大値)、周辺部の屈折率3.2(屈折率の最小値)、中心置は半導体レーザ201の出力光分布の中心及び光導波路300の固有モードの中心の高さに一致させた。この位置合わせ制御はMOCVD装置のマスフローコントローラの流量をコンピュータ制御することにより容易に実現できた。

## 【0060】

その後、半導体レーザ201、GRIN領域500、光導波路領域300にわたり、幅 $2\mu\text{m}$ の横幅で導波路領域を規定する溝をエッチングした。この溝は、全ての層を貫するように深い溝とした。最後にエッチングした領域に半導体層(図示せず)を埋め込むことにより埋め込み導波路構造を形成し、横モード閉じ込め構造として本実施形態2のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置が完成した。

## 【0061】

本実施形態2のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、半導体レーザ部201はDFBレーザであり、半導体レーザ201とGRIN領域500の界

面で反射がなくてもレーザ発振するため、半導体レーザ部 201 で独立して良好に発振した。出力光は GRIN 層 500 と光導波路部 300 を通過し端面から出射光 304 として出射された。

## 【0062】

本実施形態 2 のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置について、半導体レーザ 201 から光導波路 300 への結合損失を評価したところ、約 0.4 dB であった。このうち、GRIN 層成長時の水平からずれた成長に起因する損失が 0.2 dB と見積もられ、モード不整合に起因する損失は GRIN 層の採用により大幅に低減できたことが確認された。その理由は、GRIN 領域 500 のレンズ効果によって導波中の光のモードプロファイルが伝搬中に連続的に変化し、光導波路 300 の固有モードのビーム径に一致したところで光導波路 300 に結合されているためである。実際、GRIN 領域 500 の長さを変化させて結合損失を測定してみたところ、周期的に変化することが確認されている。

## 【0063】

従って、GRIN 領域 500 の長さは、上記のとおり光導波路の固有モードのビーム径に合わせて最適化することが望ましい。また、本実施形態 2 では GRIN 領域 500 の屈折率変化として 2 次関数を用いたが、実質的に同様のレンズ効果を有すればこれに限らず、他の屈折率分布を用いることも可能である。また、ここでは屈折率が 2 次関数状に連続して変化する構造としたが、これを線分で近似したりして段階的に変化させても同様の特性が得られることは明らかである。

## 【0064】

## (実施形態 3)

図 3 は本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の実施形態 3 を示す。本実施形態 3 のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、実施形態 2 の手法と実施形態 1 の手法とを組み合わせで作製したものである。

## 【0065】

即ち、GRIN 層 500 成長時の水平からずれた成長に起因する結合損失を低減させるために、半導体レーザ 201 と GRIN 領域 500 の接合領域を含む領域、或いは GRIN 領域 500 と光導波路層 300 の接合領域を含む領域、もし

くはその両方の領域をエッチングし、その屈折率がほぼ一定である層400を成長させることで実施形態2の効果に実施形態1の効果を加したものである。

【0066】

ここで、上記の説明におけるエッチングとしては、ほぼ垂直にエッチングができさえすればよく、一般的なエッチング方法を用いることができる。例えばリアクティブ・イオン・エッチング(RIE)等を用いても良いし、ウェットエッチングを用いることも可能である。

【0067】

また、結晶成長についても上記に述べたMOCVD法、MBE法に限らず、場合によっては液相成長、クロライドVPE法等を用いることも可能である。なお、実施形態1及び実施形態2と対応する部分には同一の符号を付してある。

【0068】

(実施形態4)

図4(a)、(b)は本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の実施形態4を示す。本実施形態4のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、その製造プロセスに特徴を有するものである。以下にその構造を製造工程と共に説明する。本実施形態4では、吸収性回折格子を有する利得結合分布帰還型半導体レーザを備えたスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置に本発明を適用している。

【0069】

まず、GaInNAs量子井戸層とGaAsガイド層からなる活性層を有し、GaInNAs光吸収層以外の層をAlGaAs系材料で形成したDFBレーザ201を構成する半導体層をMOCVD法で成長した。垂直方向のビーム径はこの場合も約1 $\mu$ mであった。活性層には2層の量子井戸構造を採用し、発振波長1.3 $\mu$ mに設定した。

【0070】

次に、RIE法を用いて基板に到達する深さまで垂直にエッチングした。ここでエッチングマスクとしては酸化珪素膜を用いた。続いて、エッチングされた領域の側面に酸化珪素膜6000を形成した。

## 【0071】

この形成には、GaAs基板100にバイアス電圧を印加しながらスパッタリングを行うバイアススパッタ法を用いて行った。そうしたところ、エッチング底面には酸化珪素の形成は見られず、エッチング側面のみに酸化珪素膜6000を形成することができた。

## 【0072】

ここで、酸化珪素膜6000の膜厚は20nmとした。このように膜厚を薄くすると、酸化珪素膜6000による光の反射は生じなかった。この時点で、酸化珪素膜6000はエッチングされていない領域とエッチングされた領域の側面に形成され、エッチング底には形成されていない。

## 【0073】

引き続き、MOCVD法を用いて光導波路を構成する半導体層300を成長した。この半導体層300に関しては酸化珪素膜6000をマスクとした選択成長を行うことにより、半導体レーザ部201には成長が起らない条件で成長した。本実施形態4のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置では、エッチング側面に酸化珪素膜6000からなる誘電体層が形成されているので、エッチング側面に垂直な方向の成長も抑制され、それによって半導体層の成長時、水平から傾射した成長は見られず、すべて基板に平行に成長は進行した。

## 【0074】

なお、光導波層301の膜厚は2 $\mu$ mとした。本実施形態4のスポットサイズ変換器付き半導体レーザにおいても、半導体レーザ201の出力光分布の中心と水平に形成された光導波路300の固有モードの中心の高さは0.1 $\mu$ mの精度で合わせることができた。

## 【0075】

本実施形態4のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置について、半導体レーザ201から光導波路300への光の結合損失を評価したところ、約1.8dBであり、モードの不整合に起因する損失のみであることが確認された。なお、図4は作製途中段階の図を示しており、実際の光出力端面は図示されていない。



## 【0076】

## (実施形態5)

図5は本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の実施形態5を示す。本実施形態5のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、実施形態2の手法と、実施形態4の手法を組み合わせで作製したものである。以下にその構造を製造工程と共に説明する。

## 【0077】

まず、InP基板1000上にInGaAsP系DFBレーザ2001を構成する半導体層をMBE法で成長した。本実施形態5のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、半導体レーザ2001として吸収性回折格子を有する利得結合型半導体レーザを用いている。この半導体レーザ2001の垂直方向のビーム径は約 $1\mu\text{m}$ であり、活性層には5層の量子井戸構造を採用し、発振波長 $1.55\mu\text{m}$ に設定した。

## 【0078】

次に、RIE法を用いてInP基板1000に到達する深さまで垂直にエッチングした。その後、MOCVD法を用いて光導波路を構成する半導体層3000を成長した。この半導体層3000に関しては酸化珪素膜をマスクとした選択成長を行うことにより、半導体レーザ部2001には成長が起らない条件で成長した。

## 【0079】

このとき、成長後の基板表面は平坦に埋め込まれていたが、断面形状の観察より、水平方向から傾いた層構造が従来と同様に確認された。光導波層3001の層厚は $1.5\mu\text{m}$ とした。

## 【0080】

本実施形態5のスポットサイズ変換器付き型半導体レーザ装置も、半導体レーザ2001の出力光分布の中心と水平になったあとの光導波路の固有モードの中心の高さは $0.1\mu\text{m}$ の精度で合わせることができた。次に、酸化珪素マスクを用いて、半導体レーザ2001と光導波路3000の接合領域を含む形で幅 $4.17\mu\text{m}$ にわたって垂直にエッチングした。このエッチング深さは光導波路部を

突き抜け、 $6.0\mu\text{m}$ に制御した。

【0081】

続いて、エッチングされた領域の側に酸化珪素膜6000を形成した。この形成には実施形態4同様にバイアスパッタ法を用いて行った。そうしたところ、エッチング底面には酸化珪素の形成は見られず、エッチング側面のみに酸化珪素6000を形成することができた。酸化珪素6000の膜厚は $20\text{nm}$ とした。引き続き、エッチングされた領域に連続的に屈折率が変化する構造（GRIN層）5000を含む半導体層を成長した。屈折率はIn、As組成の変化を用いて変化させた。

【0082】

ここで、GRIN領域5000の中心位置は半導体レーザ2001の出力光分布の中心、及び光導波路3000の固有モードの中心の高さに一致させた。この位置合わせ制御は、実施形態4同様にMOCVD装置のマスフローコントローラの流量をコンピュータ制御することにより容易に実現できた。

【0083】

本実施形態5のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置においても、エッチング側面に誘電体層が形成されているので、エッチング側面に垂直な方向の成長は抑制され、それによってGRIN層5000の成長時、水平から傾射した成長は見られず、すべてInP基板1000に平行に成長は進行した。

【0084】

本実施形態5のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置について、半導体レーザ2001から光導波路3000への結合損失を評価したところ、約 $0.2\text{dB}$ であり、水平から傾射して成長する半導体層がないことと、モード不整合が無いことにより、大幅な損失の低減が確認された。本実施形態においては、半導体レーザの側面及び光導波路側面の両方に誘電体膜を形成したが、これは必ずしも両側に形成する必要はなく、片側でも相応の効果を有する。ただし、両側に形成することにより、その効果は倍増することになる。

【0085】

（実施形態6）

図 6 (a)、(b) は本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置の実施形態 6 を示す。本実施形態 6 のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置は、その製造プロセスと構造に特徴を有するものである。以下にその構造を製造工程と共に説明する。本実施形態 6 では、吸収性回折格子を有する利得結合分布帰還型半導体レーザを備えたスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置に本発明を適用している。

【0086】

まず、GaInNAs 量子井戸層と GaAs ガイド層からなる活性層を有し、GaInNAs 光吸収層以外の層を AlGaAs 系材料で形成した DFB レーザ 201 を構成する半導体層を MOCVD 法で成長した。垂直方向のビーム径は約  $1\ \mu\text{m}$  であった。活性層には 2 層の量子井戸構造を採用し、発振波長  $1.3\ \mu\text{m}$  に設定した。

【0087】

次に、RIE 法を用いて基板に到達する深さまで垂直にエッチングした。ここでエッチングマスクとしては酸化珪素膜を用いた。続いて、エッチングされた領域の側面に酸化珪素膜 6000 を形成した。この形成には、GaAs 基板 100 にバイアス電圧を印加しながらスパッタリングを行うバイアススパッタ法を用いて行った。

【0088】

そうしたところ、エッチング底面には酸化珪素の形成は見られず、エッチング側面のみに酸化珪素膜 6000 を形成することができた。ここで、酸化珪素膜 6000 の膜厚は  $20\ \text{nm}$  とした。このように膜厚を薄くすると、酸化珪素膜 6000 による光の反射は生じなかった。この時点で、酸化珪素膜 6000 はエッチングされていない領域とエッチングされた領域の側面に形成され、エッチング底面には形成されていない。

【0089】

引き続き、エッチングされた領域に連続的に屈折率が変化する構造 (GRIN 層) 5000 を含む半導体層 300 を成長した。屈折率は In、As 組成の変化を用いて変化させた。ここで、GRIN 領域 5000 の中心位置は半導体レーザ

201の出力光分布の中心、及び光導波路3000の固有モードの中心の高さに一致させた。この位置合わせ制御は、実施形態4同様にMOCVD装置のマスフローコントローラの流量をコンピュータ制御することにより容易に実現できた。

【0090】

本実施形態6のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置においても、エッチング側面に誘電体層が形成されているので、エッチング側面に垂直な方向の成長は抑制され、それによってGRIN層5000の成長時、水平から傾射した成長は見られず、すべてInP基板1000に平行に成長は進行した。

【0091】

本実施形態6のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置について、半導体レーザ201から半導体層5000への結合損失を評価したところ、約0.2dBであり、水平から傾射して成長する半導体層がないことと、モード不整合が無いことにより、大幅な損失の低減が確認された。

【0092】

さらに、本実施形態6においては実施形態5と比較して結晶成長工程を1回少なくすることが可能であり、低価格化が可能である。ただし、本実施形態6の場合は、最後に素子をへき開する場所によって出射される光のビーム径が変化するため、へき開には注意が必要である。

【0093】

【発明の効果】

以上の本発明スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置によれば、半導体レーザと光導波路の接合領域に、その屈折率がほぼ一定である半導体層を埋め込む構成をとるので、半導体レーザと光導波路の接合部に水平方向から傾いた層構造が存在しないスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置が実現でき、これらの界面で導波光はほとんど反射されず、また屈折されないので、放射損失を低減できる。

【0094】

この結果、本発明によれば、結合損失を低減したスポットサイズ変換器付き半導体レーザが実現でき、消費電力が低減され、かつ信頼性の高いスポットサイズ

変換器付き半導体レーザ装置が実現できる。

【0095】

また、特に、半導体レーザと光導波路の接合領域に、屈折率が層方向に実質的に連続して変化する半導体層を埋め込む構成をとることにより、この半導体層のレンズ効果によって導波中の光のモードプロファイルが伝搬中に連続的に変化し、光導波路の固有モードのビーム系に一致したところで光導波路に結合されるので、モード不整合に起因する結合損失をより一層効果的に低減できる。

【0096】

また、上記2つの構成を組み合わせた構成によれば、両者の効果を相乗的に発揮でき、放射損失を一層効率良く低減できるスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を実現できる。

【0097】

また、特に光導波路領域を形成しない場合には、少ない成長回数で、上記効果が得られるため、低価格でスポットサイズ変換器付き半導体レーザが実現できる。

【0098】

また、特に誘電体層を介在させることにより、上述の効果を相乗的に発揮でき、放射損失を一層効率良く低減できるスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を示す構成図である。

【図2】

本発明の第2の実施例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を示す構成図であり、(a)は同断面図、(b)はGRIN層の屈折率分布を示す概念図である。

【図3】

本発明の第3の実施例の変形例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置

を示す構成図である。

【図 4】

本発明の第 4 の実施例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を示す構成図である。

【図 5】

本発明の第 5 の実施例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を示す構成図である。

【図 6】

本発明の第 6 の実施例のスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置を示す構成図である。

【図 7】

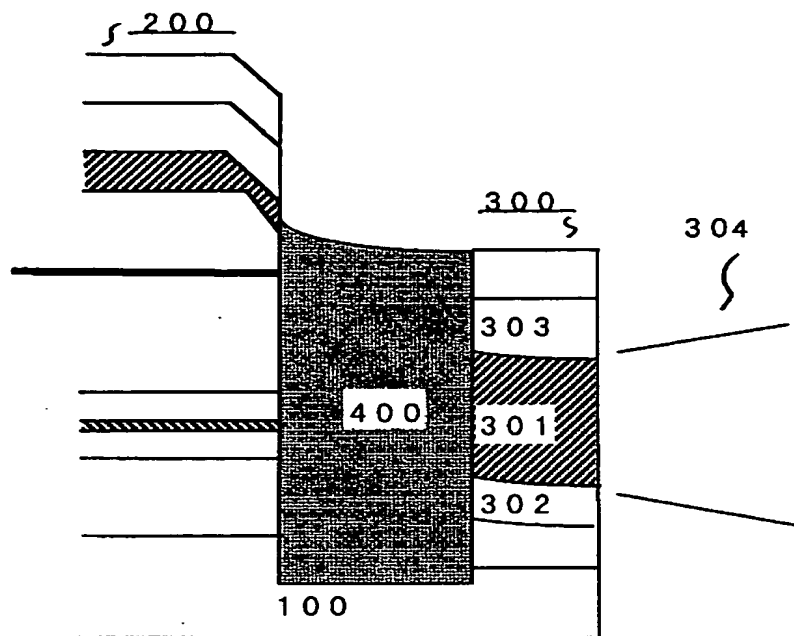
従来例の光集積回路装置を示す構成図である。

【符号の説明】

- 100 : GaAs 基板、
- 200 : GaInNAs / AlGaAs 系半導体レーザ、
- 300 : 光導波路を構成する半導体層、
- 301 : 光導波層、
- 302 : 下側の光閉じ込め層、
- 303 : 上側の光閉じ込め層、
- 304 : スポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置半導体レーザの出力光、
- 400 : AlGaAs 埋め込み層、
- 201 : AlGaAs 系 DFB レーザ、
- 500 : GRIN 領域、
- 1000 : InP 基板、
- 2001 : InGaAsP 系 DFB レーザ、
- 3000 : 光導波路を構成する半導体層、
- 5000 : GRIN 領域、
- 6000 : 酸化珪素膜、

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

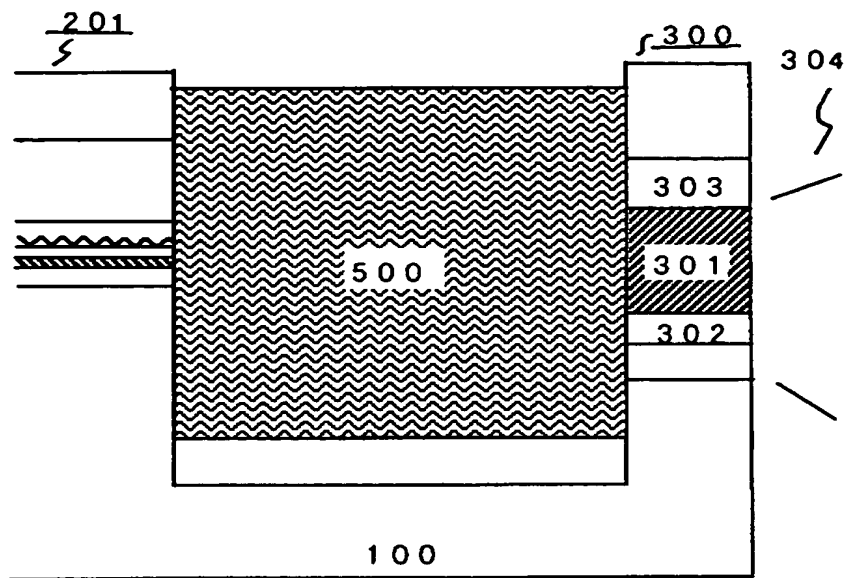


図 2 (a)

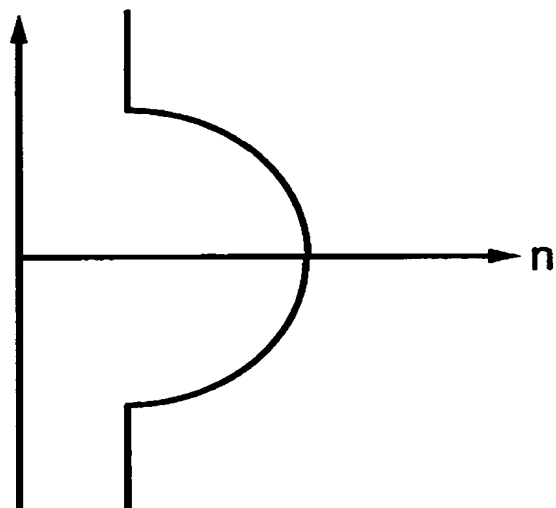
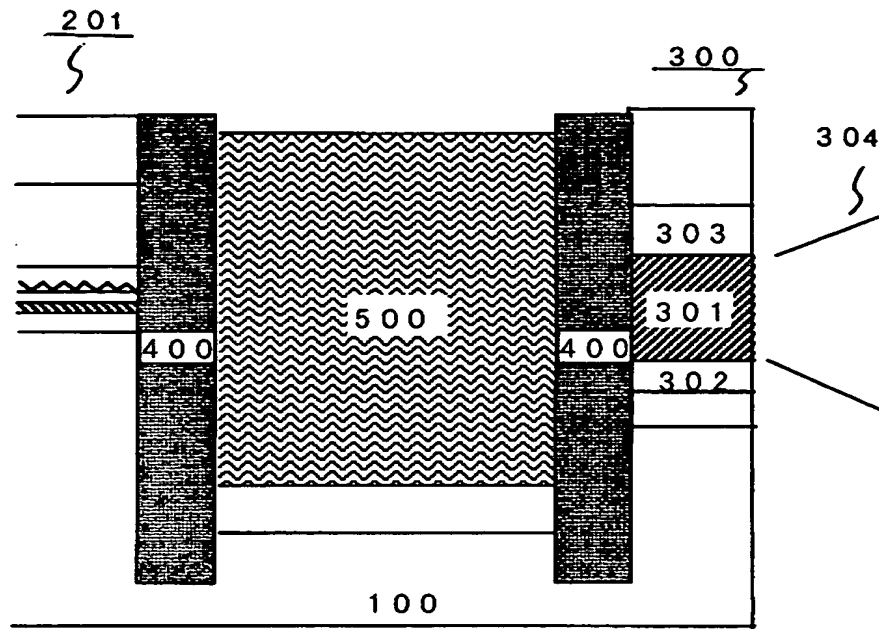


図 2 (b)



【図 3】



【図4】

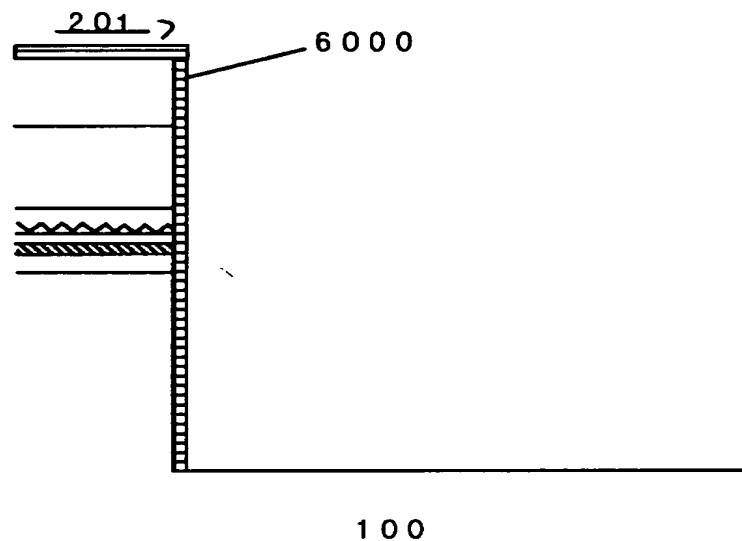


図4 (a)

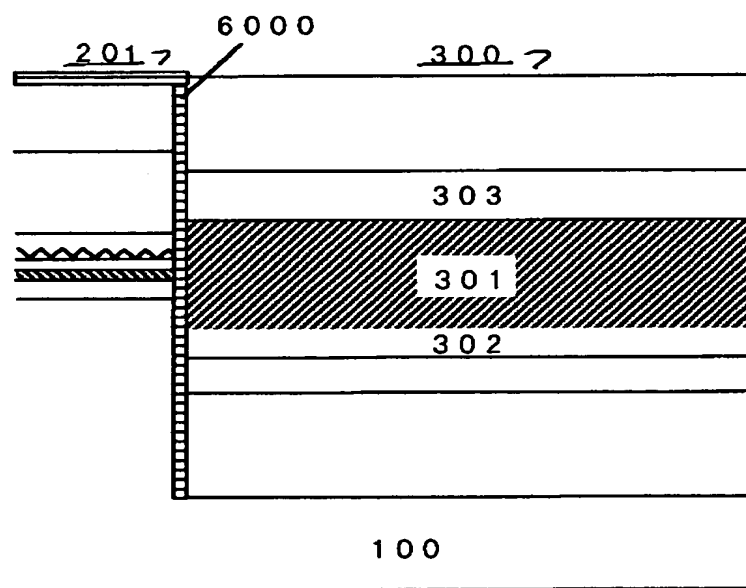


図4 (b)

【图 5】

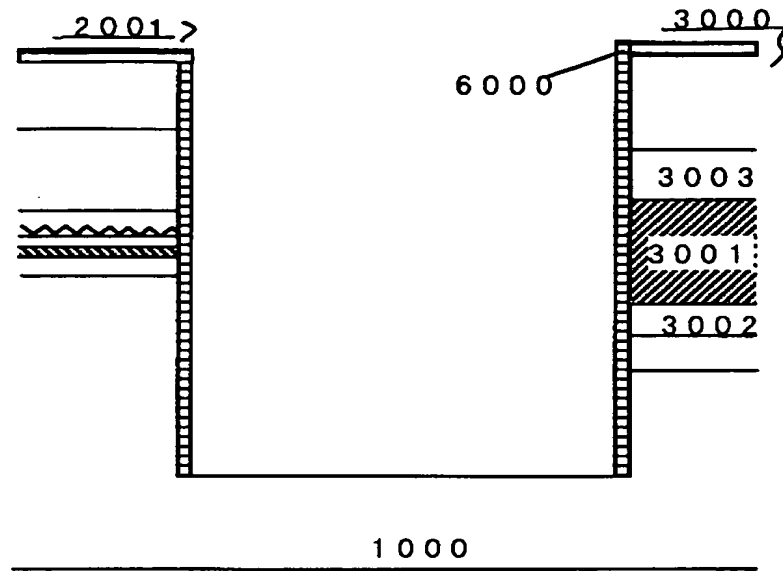


图 5 (a)

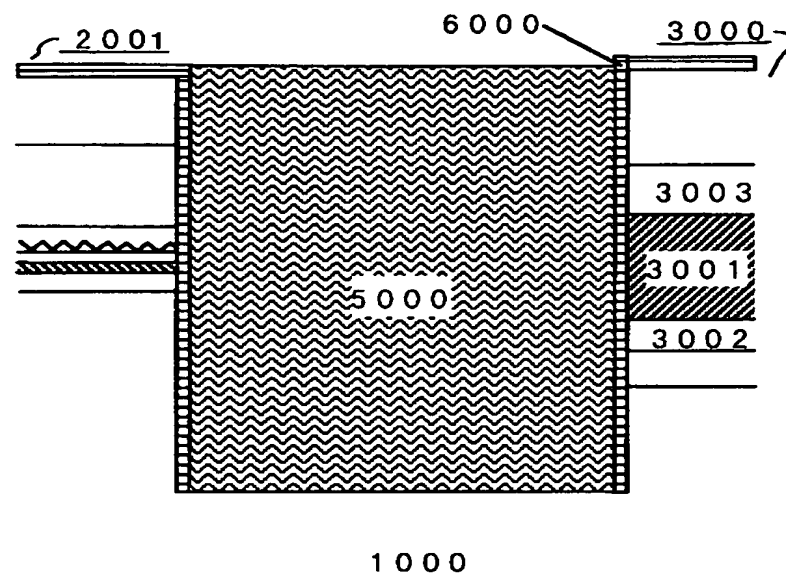


图 5 (b)

【図6】

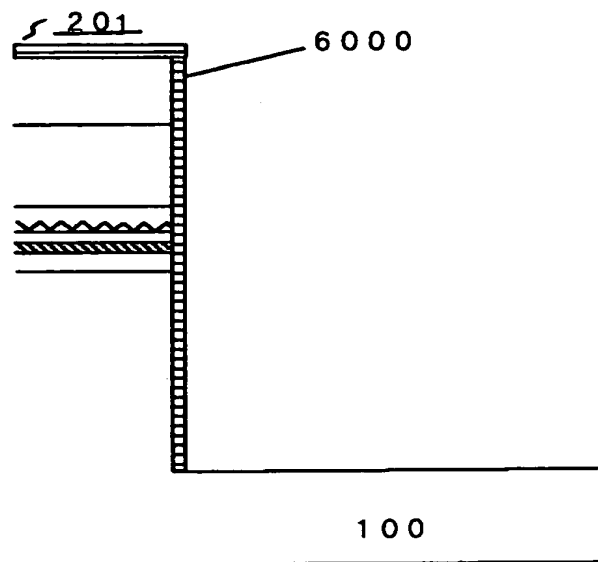


図6 (a)

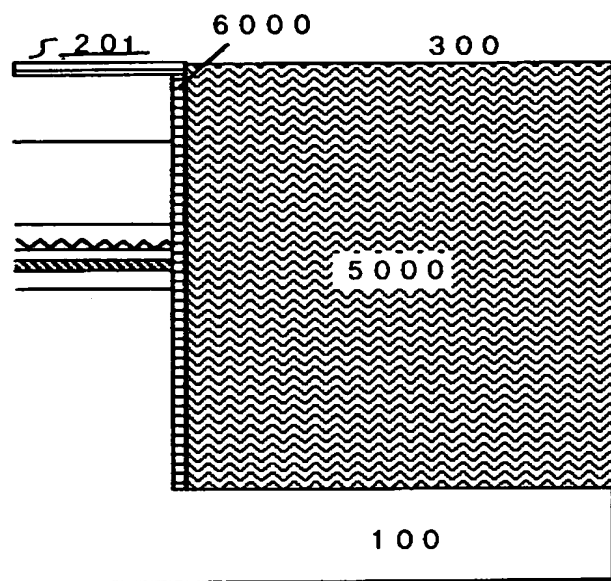


図6 (b)

【図 7】

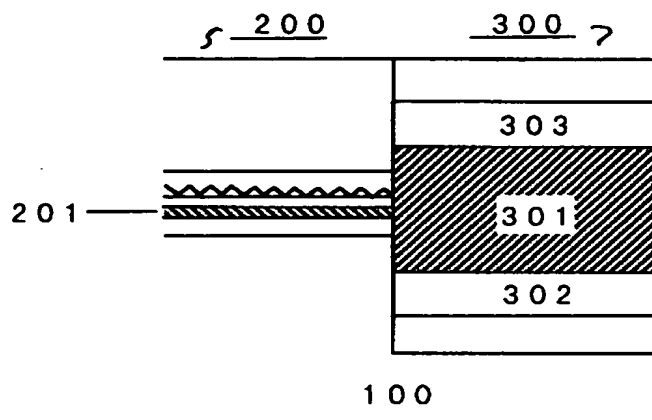


図 7 (a)

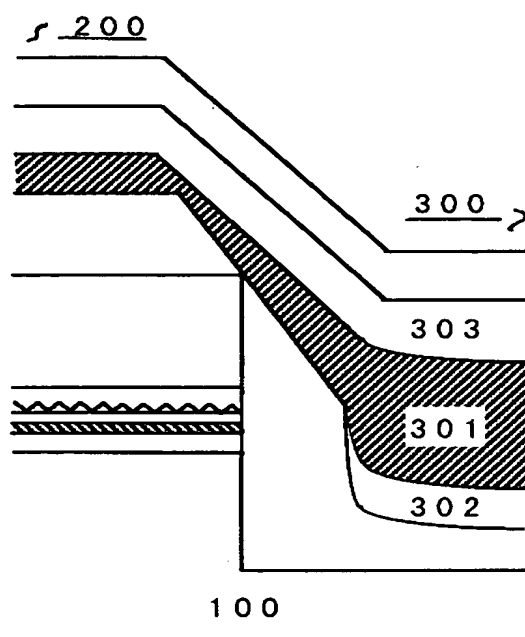


図 7 (b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体レーザ領域と光導波路領域との接合面で半導体層が斜めに形成され、また、半導体レーザのビーム径と光導波路の固有モードのビーム径が不一致であるため、ロスが多い。

【解決手段】 半導体基板上に、少なくとも、端面出射型半導体レーザ領域と、光導波路領域とを、横方向に集積したスポットサイズ変換器付き半導体レーザ装置において、前記半導体レーザ領域と前記光導波路領域との接合領域に、半導体層を埋め込んでなり、特に前記半導体層の屈折率が層方向に連続して、又は段階的に変化する層であることにより、上記課題を解決する。

【選択図】 図2

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000005049  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
【氏名又は名称】 シャープ株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100103296  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 - 2 2 シャープ  
株式会社 法務本部 知的財産権センター  
【氏名又は名称】 小池 隆彌

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏 名 シャープ株式会社